LIGNES DIRECTRICES POUR LA PROTECTION DU PERSONNEL D'URGENCE DU PLAN DES MESURES D'URGENCE NUCLÉAIRE EXTERNE À LA CENTRALE GENTILLY-2 (PMUNE-G2)

PAR
GILLES W. GRENIER. M.D.

JUIN 2004

Québec

Le document *Lignes directrices pour la protection du personnel d'urgence du Plan des mesures d'urgence nucléaire externe à la centrale Gentilly-2 (PMUNE-G2)* a été élaboré par la Direction de santé publique de l'Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec.

La production de ce document a été rendue possible grâce à la participation des organismes et personnes suivants :

Équipe santé et environnement de l'Agence de santé et de services sociaux
MENV : Mm Claude Bouchard et David Duchesne
MAPAQ : Mm Marcel Benoît et Benoît Sarrasin
Ministères et organismes partenaires du PMUNE-G2

Rédaction
Gilles W. Grenier, médecin-conseil

Collaboration à la rédaction
Nadine Tremblay, agente de planification

Mise en page
Françoise Déry, secrétaire

Dépôt légal – 2004
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN : 2-89340-107-4

Dans ce document, le générique masculin est utilisé dans le seul but d'alléger le texte et désigne tant les femmes que les hommes.

Toute reproduction totale ou partielle de ce document est autorisée, à condition que la source soit mentionnée.

106-04080/

TABLE DES MATIÈRES

1 RÉFÉRENCES 5

2 LE PERSONNEL D'URGENCE DANS LE PMUNE G2 5

3 RESPONSABILITÉS LÉGALES 6

3.1 LE DIRECTEUR DE SANTÉ PUBLIQUE 6

3.2 L'EMPLOYEUR 6

3.3 LE PERSONNEL D'URGENCE 7

4 LIMITES DE DOSES POUR LE PMUNE-G2 9

4.1 LIMITES DE DOSE RETENUES POUR LE PERSONNEL D'URGENCE DU PMUNE-G2 9

4.2 CONDITIONS D'APPLICATION DES LIMITES DE DOSES 11

4.3 JUSTIFICATION DES LIMITES DE DOSES RETENUES 11

4.4 DOSES DE RAYONNEMENTS IONISANTS REÇUES PAR LA POPULATION CANADIENNE 12

4.5 RISQUE ASSOCIÉ AUX LIMITES DE DOSES ET AU DÉPASSEMENT DE CELLES-CI 13

4.5.1 Augmentation du risque de cancer 13

5 MOYENS DE SURVEILLANCE ET DE PROTECTION 15

5.1 APPAREILS DE MESURE 15

5.1.1 Dosimètres 15

5.1.2 Débitmètres 20

5.2 ÉQUIPEMENTS DE PROTECTION INDIVIDUELLE 20

5.2.1 Vêtements de protection 21

5.2.2 Protection respiratoire 21

5.2.3 Appareils de communication 23

5.3 UTILISATION DES COMPRIMÉS D'IODE STABLE 23

5.3.1 Modalités d'application 23

5.3.2 Contre-indications relatives à la prise des comprimés d'iode 24

5.3.3 Synthèse des informations relatives aux équipements de protection 24

5.4 ASSIGNATION DU PERSONNEL 27

5.4.1 Principes de radioprotection 27

5.4.1 Catégories d'assignation et zones d'intervention pour le PMUNE-G2 27

5.4.2 Modalités d'assignation 34

6 POSTE DE CONTRÔLE DES TRAVAILLEURS D'URGENCE (PCTU) 35

6.1 FONCTION DES PCTU 35

6.2 TENUE DES REGISTRES 36

BIBLIOGRAPHIE 37

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Limites de doses[1] retenues pour la protection du personnel d'urgence par la Direction de santé publique pour le PMUNE-G2 9

Tableau 2 : Doses de radioactivité reçues de sources diverses 13

Tableau 3 : Risque associé aux limites de doses du PMUNE-G2 14

Tableau 4 : Synthèse des informations relatives aux équipements de protection 24

Tableau 5 Zones d'intervention et catégories d'assignation pour les travailleurs du Plan des mesures d'urgence externe à la centrale nucléaire Gentilly 2 (PMUN-G2) . 29

Tableau 7 : Estimation du temps d'atteinte de la limite de dose opérationnelle selon les zones d'intervention 34

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Photographie d'un dosimètre thermoluminescent (DTL) 16

Figure 2 : Illustration et photographie de stylodosimètres 17

Figure 3 : Photographie d'un DEP 19

Figure 4 : Vêtements de protection pouvant être utilisés dans une urgence radiologique 21

Figure 5 : Appareils respiratoires pouvant être utilisés lors d'une urgence radiologique 22

LISTE D'ANNEXES

Annexe 1 : Limites de doses recommandées par la CIPR et l'AIEA 39

Annexe 2 : Limites de doses adoptées en Ontario et aux Etats-Unis 40

Annexe 3 : Exemples de cartes d'assignation 42

LISTE DES ACRONYMES

AIEA/IAEA :	Agence internationale de l'énergie atomique / International atomic energy agency
CCSN :	Commission canadienne de sûreté nucléaire
CIPR/ICRP:	Commission internationale de protection radiologique / International commission on radiological protection
DEP :	Dosimètre électronique personnel
DTL :	Dosimètre thermoluminescent
ISR :	International safety research
µSv :	Microsievert
mrem :	millirem
PCTU :	Poste de contrôle des travailleurs d'urgence
PMUNE-G2 :	Plan des mesures d'urgence nucléaire externe à la centrale nucléaire de Gentilly-2
UNSCEAR :	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation

1 RÉFÉRENCES

Dans le cadre du Plan des mesures d'urgence nucléaire externe à la centrale nucléaire de Gentilly-2 PMUNE-2), la Direction de santé publique a le mandat de produire des lignes directrices pour la protection du personnel d'urgence. Celles-ci serviront de référence pour l'établissement des procédures relatives à la protection des intervenants d'urgence des ministères et organismes concernés par ce plan.

Ces lignes directrices ont été élaborées dans le respect des principes directeurs émis en 1996 par l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) et servent de guide pour l'établissement des plans d'urgence (IAEA, 1996). Nous nous sommes également inspirés des lignes directrices canadiennes (ISR, 2002) ainsi que des plans de mesures d'urgence nucléaire de l'Ontario et des États-Unis.

2 LE PERSONNEL D'URGENCE DANS LE PMUNE G2

Pendant et après un accident nucléaire ou une urgence radiologique, il existe trois catégories d'interventions où les travailleurs d'urgence pourraient être exposés à des rayonnements (IAEA, 1997) :

- **Sauvetage** : les actions immédiates pour sauver des vies ou prévenir des conséquences sévères ;
- **Intervention d'urgence à court terme** : l'implantation des mesures de protection urgentes affectant le public (par exemple la mise à l'abri et l'évacuation) ainsi que des mesures de rétablissement à court terme ;
- **Intervention d'urgence à long terme** : les opérations de recouvrement à long terme (ex. décontamination des maisons et de l'environnement).

Le personnel d'urgence concerné lors de ces activités se divise en deux catégories : les travailleurs à l'emploi de la centrale nucléaire et les intervenants qui seront appelés pour l'application des mesures de protection du plan d'urgence externe. Ce document ne s'applique que pour la deuxième catégorie de travailleurs, les employés d'Hydro-Québec étant déjà régis par le plan d'urgence interne de la centrale Gentilly-2, lequel est encadré par Règlement sur la radioprotection de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) (CCSN, 2000a).

Les intervenants du plan externe peuvent comprendre :

- le personnel des services d'urgence publics (pompiers, policiers, ambulanciers et ressources médicales) ;
- le personnel œuvrant à la prévention des doses au public (conducteurs de véhicules de transport en commun, préposés à l'alerte, à l'évacuation, employés de différents ministères, etc.) ;
- le personnel spécialisé (travailleurs affectés à la surveillance environnementale, à la décontamination, contrôleurs de procédés dans les usines situées près de Gentilly-2, etc.).

3 RESPONSABILITÉS LÉGALES

3.1 Le Directeur de santé publique

Lors des urgences en santé publique, le Directeur de santé publique doit fournir à ses partenaires et aux différents intervenants l'expertise nécessaire à l'évaluation de la situation, de ses impacts sur la santé et des mesures à prendre pour protéger la santé de la population et des intervenants (ministère de la Santé et des Services sociaux, 1993).

Tel que mentionné dans le Plan régional des mesures d'urgence de la Mauricie et du Centre-du-Québec (Plan régional de sécurité civile – mission Santé), il doit « Assurer la réponse aux urgences de santé publique, notamment en informant la population et les intervenants des risques à la santé et des interventions jugées les plus efficaces pour leur protection ». Il agit ainsi à titre de « ressource-conseil en ce qui concerne l'analyse des contaminants et la protection du personnel d'urgence. » (Régie régionale, 2002).

La Loi sur la santé publique (MSSS, 2001) permet au directeur de santé publique d'« *ordonner à une personne de respecter des directives précises pour éviter toute contagion ou contamination* ». Article 106, Loi sur la santé publique)

C'est dans le cadre de ces pouvoirs et responsabilités que sont produites les présentes lignes directrices.

3.2 L'employeur

L'employeur a, au sens de la Loi sur la santé et la sécurité au travail (L.R.Q., c. S-2.1, 2002), la responsabilité de prendre les mesures nécessaires pour la protection de son personnel, tel qu'énoncé à l'article 51.

« *51. L'employeur doit prendre les mesures nécessaires pour protéger la santé et assurer la sécurité et l'intégrité physique du travailleur. Il doit notamment :*

1° s'assurer que les établissements sur lesquels il a autorité sont équipés et aménagés de façon à assurer la protection du travailleur;

2° désigner des membres de son personnel chargés des questions de santé et de sécurité et en afficher les noms dans des endroits visibles et facilement accessibles au travailleur;

3° s'assurer que l'organisation du travail et les méthodes et techniques utilisées pour l'accomplir sont sécuritaires et ne portent pas atteinte à la santé du travailleur;

4° contrôler la tenue des lieux de travail, fournir des installations sanitaires, l'eau potable, un éclairage, une aération et un chauffage convenable et faire en sorte que les repas pris sur les lieux de travail soient consommés dans des conditions hygiéniques;

5° utiliser les méthodes et techniques visant à identifier, contrôler et éliminer les risques pouvant affecter la santé et la sécurité du travailleur;

6° prendre les mesures de sécurité contre l'incendie prescrites par règlement;

7° fournir un matériel sécuritaire et assurer son maintien en bon état;

8° s'assurer que l'émission d'un contaminant ou l'utilisation d'une matière dangereuse ne porte atteinte à la santé ou à la sécurité de quiconque sur un lieu de travail;

9° informer adéquatement le travailleur sur les risques reliés à son travail et lui assurer le formation, l'entraînement et la supervision appropriés afin de faire en sorte que le travailleur ait l'habileté et les connaissances requises pour accomplir de façon sécuritaire le travail qui lui est confié;

10° afficher, dans des endroits visibles et facilement accessibles aux travailleurs, les informations qui leur sont transmises par la Commission, la régie régionale et le médecin responsable, et mettre ces informations à la disposition des travailleurs, du comité de santé et de sécurité et de l'association accréditée;

11° fournir gratuitement au travailleur tous les moyens et équipements de protection individuels choisis par le comité de santé et de sécurité conformément au paragraphe 4° de l'article 78 ou, le cas échéant, les moyens et équipements de protection individuels ou collectifs déterminés par règlement et s'assurer que le travailleur, à l'occasion de son travail, utilise ces moyens et équipements;

13° communiquer aux travailleurs, au comité de santé et de sécurité, à l'association accréditée, au directeur de la santé publique et à la Commission, la liste des matières dangereuses utilisées dans l'établissement et des contaminants qui peuvent y être émis;

12° permettre aux travailleurs de se soumettre aux examens de santé en cours d'emploi exigés pour l'application de la présente loi et des règlements;

14° collaborer avec le comité de santé et de sécurité ou, le cas échéant, avec le comité de chantier ainsi qu'avec toute personne chargée de l'application de la présente loi et des règlements et leur fournir tous les renseignements nécessaires.

15° mettre à la disposition du comité de santé et de sécurité les équipements, les locaux et le personnel clérical nécessaires à l'accomplissement de leurs fonctions. »

(Gouvernement du Québec, 2002)

3.3 Le personnel d'urgence

Cette même loi reconnaît à tout travailleur différents droits et obligations.

«<u>Droits généraux</u>

9. Le travailleur a droit à des conditions de travail qui respectent sa santé, sa sécurité et son intégrité physique.

10. Le travailleur a notamment le droit conformément à la présente loi et aux règlements :

1° à des services de formation, d'information et de conseil en matière de santé et de sécurité du travail, particulièrement en relation avec son travail et son milieu de travail, et de recevoir la formation, l'entraînement et la supervision appropriés;

2° de bénéficier de services de santé préventifs et curatifs en fonction des risques auxquels il peut être exposé et de recevoir son salaire pendant qu'il se soumet à un examen de santé en cours d'emploi exigé pour l'application de la présente loi et des règlements.

...

Droit de refus {Refus d'exécuter un travail.}.

12. Un travailleur a le droit de refuser d'exécuter un travail s'il a des motifs raisonnables de croire que l'exécution de ce travail l'expose à un danger pour sa santé, sa sécurité ou son intégrité physique ou peut avoir l'effet d'exposer une autre personne à un semblable danger.

. {Exception}.

13. Le travailleur ne peut cependant exercer le droit que lui reconnaît l'article 12 si le refus d'exécuter ce travail met en péril immédiat la vie, la santé, la sécurité ou l'intégrité physique d'une autre personne ou si les conditions d'exécution de ce travail sont normales dans le genre de travail qu'il exerce.

. {Travail suspendu.}.

14. Jusqu'à ce qu'une décision exécutoire soit rendue ordonnant au travailleur de reprendre le travail, l'employeur ne peut, sous réserve de l'article 17 et du deuxième alinéa de l'article 19, faire exécuter le travail par un autre travailleur ou par une personne qui travaille habituellement hors de l'établissement et le travailleur qui exerce son droit de refus est réputé être au travail lorsqu'il exerce ce droit.

...

Obligations du travailleur :

49. Le travailleur doit :

1° prendre connaissance du programme de prévention qui lui est applicable;

2° prendre les mesures nécessaires pour protéger sa santé, sa sécurité ou son intégrité physique;

3° veiller à ne pas mettre en danger la santé, la sécurité ou l'intégrité physique des autres personnes qui se trouvent sur les lieux de travail ou à proximité des lieux de travail;

4° se soumettre aux examens de santé exigés pour l'application de la présente loi et des règlements;

5° participer à l'identification et à l'élimination des risques d'accidents du travail et de maladies professionnelles sur le lieu de travail;

6° collaborer avec le comité de santé et de sécurité et, le cas échéant, avec le comité de chantier ainsi qu'avec toute personne chargée de l'application de la présente loi et des règlements.»

(Gouvernement du Québec, 2002)

Ce texte rejoint dans l'esprit les responsabilités du travailleur d'urgence énoncées par l'AIEA (IAEA, 1996) et qui s'énoncent comme suit :

- Suivre les règles et procédures de sécurité et de protection spécifiées par les employeurs.
- Utiliser de façon appropriée le matériel de détection et de protection.
- Coopérer avec l'employeur en ce qui a trait à la protection et à la sécurité dans le cadre du programme de surveillance radiologique et de dosimétrie.
- Fournir à l'employeur toute information pertinente concernant leur travail passé ou actuel de façon à assurer une protection efficace, pour eux-mêmes ou les autres.
- Accepter toute information ou formation relative à la protection et à la sécurité pouvant les rendre plus aptes à travailler dans le respect des standards de radioprotection.

4 LIMITES DE DOSES POUR LE PMUNE-G2

La section qui suit présente les limites de doses adoptées pour le PMUNE-G2, ainsi que leurs modalités d'application et leur justification.

Les limites de dose proprement dites constituent des valeurs théoriques maximales pouvant être reçues par un travailleur d'urgence dans le cadre du PMUNE-G2. Pour se donner une marge de sécurité, des limites opérationnelles sont définies afin de garantir le non-dépassement des limites théoriques. Dans les cas où un travailleur effectue une tâche très spécialisée et ne peut être remplacé, les limites exceptionnelles peuvent être appliquées. Cette approche correspond aux pratiques en vigueur pour les travailleurs sous rayonnement, conformément à la réglementation de la CCSN.

4.1 Limites de dose retenues pour le personnel d'urgence du PMUNE-G2

Tableau 1 : Limites de doses[1] retenues pour la protection du personnel d'urgence du PMUNE-G2

Catégories d'activité	*Durées approximatives des activités selon les catégories*	*Limites de dose (doses totales maximales pouvant être reçues par un travailleur)*	*Limites opérationnelles [2] (doses gamma accumulées enregistrées au dosimètre)*
Interventions d'urgence à court terme Exemples : ▪ Implantation des mesures de protection urgentes ▪ Soins pré-hospitaliers d'urgence ▪ Contrôle d'accès en zone contaminée	Quelques jours à quelques semaines	**2 rem (20 mSv)** **5 rem (50 mSv) de façon exceptionnelle[3]**	**1,5 rem (15 mSv)** **4,5 rem de façon exceptionnelle**
Interventions d'urgence à long terme	Plusieurs mois à plusieurs années	**Limites d'exposition pour les travailleurs sous rayonnements[4]** (Doses efficaces à l'organisme entier)	

Catégories d'activité	*Durées approximatives des activités selon les catégories*	*Limites de dose (doses totales maximales pouvant être reçues par un travailleur)*	*Limites opérationnelles* [2] *(doses gamma accumulées enregistrées au dosimètre)*
Exemples : ▪ Opérations en lien avec les phases de dépôts (monitorage environnemental) ▪ Opérations de rétablissement		• 2 rem (20 mSv) par année • 5 rem (50 mSv) de façon exceptionnelle • 10 rem (100 mSv) par 5 ans en tout temps • 400 mrem (4 mSv) pour le reste de la grossesse pour une travailleuse enceinte[5]	• 1,5 rem (15 mSv) par année • 4,5 rem (45 mSv) de façon exceptionnelle • 10 rem (100 mSv) par 5 ans en tout temps • Éviter d'exposer la travailleuse enceinte lorsque c'est possible
Sauvetage [6] ▪ Sur une base volontaire et informée par rapport au risque	Quelques minutes à quelques heures	Limiter à 50 rem (500 mSv) à moins de circonstances exceptionnelles	Limiter si possible à 25 rem (250 mSv)

[1] Les limites de doses sont définies *en dose efficace à l'organisme entier.*

[2] Les *limites opérationnelles* sont les doses gamma externe intégrées et enregistrées au dosimètre sur la durée de l'urgence pour les activités à court terme, ou selon la période déterminée selon la limite de dose, pour les interventions à long terme. Il est entendu que des mesures de protection sont prises pour protéger la peau et les voies respiratoires des travailleurs, lorsque ces voies d'exposition représentent un risque significatif, tel qu'expliqué à la section 5.4.

[3] Nous retenons la limite opérationnelle de 1,5 rem qui est également celle appliquée par Hydro Québec pour les travailleurs de la centrale de Gentilly-2.

[4] Adapté de CCSN, 2000a

Selon les activités, des limites de doses à certains organes peuvent s'appliquer :

15 rem (150 mSv) par année, dose au cristallin

50 rem (500 mSv) par année, dose à la peau ou aux extrémités (mains, pieds)

[5] Une fois la grossesse déclarée, une travailleuse enceinte devrait limiter son exposition le plus possible, à moins que ses tâches ne soient essentielles et qu'elle ne puisse être remplacée. Dans ces rares cas, la limite de dose s'applique tout en essayant, selon le principe ALARA (As low as reasonably achievable), de garder l'exposition au niveau le plus faible possible.

[6] Les activités de sauvetage avec atteinte de ces limites de doses sont peu probables à l'extérieur de la centrale de Gentilly-2. En effet, pour les accidents plausibles, ces limites de doses ne sont pas atteintes à l'extérieur du territoire de Gentilly-2. De plus, des équipes de sauvetage formées du personnel de la centrale sont spécialement entraînées pour secourir les travailleurs en zone de haute activité radiologique. Il est donc très improbable que des travailleurs du PMUNE-G2 soient impliqués dans des activités de sauvetage et donc assujettis à ces limites de doses.

4.2 Conditions d'application des limites de doses

Certaines règles ou balises devraient encadrer l'application de ces limites de doses (IAEA, 1997) :

- Les intervenants d'urgence doivent être clairement informés des risques qu'ils encourent et doivent de plus avoir reçu une formation adéquate pour les interventions qui relèvent de leur responsabilité.
- Les intervenants d'urgence dont les doses peuvent dépasser la limite opérationnelle de 2,5 rem doivent être des volontaires et informés sur les risques qu'ils encourent.
- La protection de la glande thyroïde pour les intervenants d'urgence devra être assurée par la mise à disposition des comprimés d'iode. Cette mesure devra être prévue dans la planification d'urgence de chaque organisme dont les travailleurs peuvent être exposés à l'iode radioactif.
- Une fois la phase nuage terminée, les travailleurs engagés dans les activités à moyen et long terme de la phase dépôt comme la décontamination des habitations, la disposition des déchets ou les activités de décontamination devraient être soumis aux limites d'exposition des travailleurs sous rayonnements en situation normale, dans un esprit d'optimisation de la radioprotection (principe ALARA).
- Tous les efforts doivent être faits, en situation d'urgence, pour mesurer et enregistrer les doses reçues par le personnel d'urgence. À la fin de l'intervention, les travailleurs doivent recevoir l'information concernant les doses reçues et les risques potentiels à leur santé.

4.3 Justification des limites de doses retenues

Parmi les principes de planification à mettre de l'avant, il importe que les choix d'actions à poser soient simples de sorte que les décisions qui seront prises soient en majorité déjà prévues. De plus, l'ensemble du plan d'urgence doit assurer une protection adéquate pour le personnel d'urgence appelé à effectuer les différentes tâches requises lors des différentes phases d'un accident. Le principe « ALARA » doit toujours être considéré et respecté. Ce principe soutient que l'on doit faire tous les efforts raisonnables pour limiter le plus possible les doses au personnel d'urgence.

Les limites de doses pour le personnel d'urgence ont été déterminées sur la base des critères suivants :

1. Respect des recommandations internationales : les limites de doses retenues offrent un niveau de protection égal ou supérieur à celui recommandé par les organismes tels que la CIPR et l'AIEA (voir Annexe I).
2. Niveau de protection comparable ou plus sécuritaire que celui offert par la plupart des plans d'urgence adoptés ailleurs :
   a. Les niveaux retenus par la plupart des pays européens et au Nouveau-Brunswick sont ceux proposés par l'AIEA (voir l'Annexe I)
   b. Les niveaux retenus par l'Ontario et les États-Unis sont présentés à l'Annexe II.
      - Les limites retenues offrent un niveau de protection supérieur aux recommandations américaines.

- La province de l'Ontario, pour sa part, a adopté une limite annuelle provisoire de 500 mrem pour les activités à long terme, laquelle est inférieure à la limite annuelle pour les travailleurs sous rayonnements. Cette limite temporaire pourrait, selon le libellé du plan d'urgence de l'Ontario, « être modifiée en situation d'urgence par le Centre des opérations de la province » (Province of Ontario, 1999). Notre position est de retenir la limite annuelle optimisée (2 rem par année) pour les travailleurs sous rayonnement qui offre à nos yeux une protection adéquate et qui permet au travailleur de connaître à l'avance le niveau de risque maximal auquel il pourrait être exposé.

3. Permettre un niveau de protection adéquat tout en laissant une capacité suffisante au niveau de la gestion du personnel : en effet, si la limite est très basse, cela signifie un besoin accru pour ce qui concerne le remplacement du personnel, ce qui peut mettre à risque l'exécution de certaines tâches spécialisées pour lesquelles la disponibilité de personnel qualifié peut être très limitée.

4. Mis à part les activités de sauvetage, les limites de doses applicables au personnel d'urgence ne dépassent pas les limites de doses utilisées pour les travailleurs sous rayonnements. De plus, pour le personnel d'urgence du PMUNE-G2, il est peu probable que cette limite soit atteinte plus d'une fois dans leur vie, d'où une marge de sécurité par rapport aux travailleurs sous rayonnements chez qui les mêmes limites sont applicables annuellement

5. Pour les interventions d'urgence à long terme, la limite annuelle de 2 rem en dose efficace à l'organisme entier devra être appliquée, à moins de circonstances exceptionnelles. Cette valeur est en effet la base de la recommandation de la CIPR (voir ICRP, 1991, p. 46) et du Règlement sur la radioprotection de la CCSN (CCSN, 2000a).

6. Le concept de limite opérationnelle permet d'offrir une marge de sécurité suffisante pour le respect des limites de doses (IAEA, 1996 et 1997). Cette marge de sécurité est nécessaire pour tenir compte des doses non mesurées au dosimètre, soit celles pouvant être reçues par inhalation ou par rayonnement bêta.

7. La limite de dose en situation de sauvetage de 50 rem correspond au seuil des effets précoces avec manifestations cliniques (nausées, vomissements). À cette dose, les effets précoces sont réversibles et ne représentent pas un danger pour le travailleur.

4.4 Doses de rayonnements ionisants reçues par la population canadienne

Le tableau suivant illustre, à titre de comparaison, les doses moyennes de radioactivité reçues de différentes sources par la population canadienne. De façon générale, le rayonnement naturel constitue la source la plus importante. Cependant, pour une personne donnée, les doses reçues par examens médicaux (radiographies et médecine nucléaire) varient selon la quantité d'examens passés et peuvent devenir la source d'exposition la plus importante.

Tableau 2 : Doses de radioactivité reçues de sources diverses

Source	*Dose[1] annuelle moyenne pour la population canadienne*
Rayonnement naturel	***~ 200 mrem (2 mSv)*** ▪ 50% attribuable au radon pénétrant dans le sous-sol des maisons ▪ 17% rayonnement cosmique ▪ 20% minéraux du sol (rayonnement gamma) ▪ 13% rayonnement à l'intérieur de notre organisme provenant des aliments et de l'eau
Sources médicales	***~ 100 mrem (1 mSv)***
Examens médicaux radiologiques	Dose moyenne par examen (Source : CCEA, 1997)
▪ Radiographie pulmonaire	10 mrem (0,1 mSv) par examen
▪ Radiographie de l'estomac et de l'intestin (repas baryté)	400 mrem (4 mSv)
▪ CT-Scan (corps entier)	700 mrem (7 mSv) à 1,4 rem (1,4 rem) (14 mSv)
Examens diagnostiques de médecine nucléaire	100 mrem (1 mSv) à 1 rem (10 mSv)
Autres sources	***Quelques mrem***
Téléviseur, détecteurs de fumée,	Quelques mrem (centièmes de mSv)
Voyage en avion Paris-New York	~ 6 mrem (0,06 mSv)
Dose total	**Environ 300 mrem (3 mSv)**

[1] Dose moyenne efficace à l'organisme entier.

Source : Santé Canada et CCEA, 1998

4.5 Risque associé aux limites de doses et au dépassement de celles-ci

4.5.1 Augmentation du risque de cancer

Le tableau qui suit présente les risques associés aux limites de doses retenues pour le personnel d'urgence du PMUNE-G2.

Tableau 3 : Risque associé aux limites de doses du PMUNE-G2

Limites de doses	*Effets précoces*	*Risque de cancer total (risque de base = 30%)*
1 500 mrem (1,5 rem)	**0**	**30,06% (0,06% par dose de 1,5 rem)**
5 000 mrem (5 rem)	**0**	**30,2%**
25 000 - 50 000 mrem (25-50 rem)	***Pas de symptômes Baisse temporaire de lymphocytes***	***25 rem = 31% 50 rem = 32%***

Notes explicatives pour les données du tableau 3 :

Le taux de décès par cancer dans la population canadienne, de même qu'au Québec, se situe à environ 30% (Statistiques Canada, 2002 et MSSS, 2001)

Le facteur de risque de cancer mortel, pour une population de travailleurs, est de 4 cas par 10 000 personnes exposées à 1 rem (10 mSv) (ICRP, 1991). Ce facteur de risque, pour les faibles doses, est extrapolé à partir de l'observation des cancers observés à des doses élevées, soit supérieures à 20 rem (200 mSv), chez les populations exposées aux explosions de bombes atomiques.

Les études effectuées jusqu'à maintenant n'ont pas établi d'évidence significative d'augmentation de risque de cancer chez les travailleurs sous rayonnements. (UNSCEAR, 2000)

Les cancers en lien avec l'exposition aux rayonnements ionisants ne sont pas spécifiques et peuvent toucher différents organes, selon leur sensibilité. La leucémie (cancer du sang) est le type de cancer qui se manifeste généralement le plus précocement (avant les tumeurs solides).

5 MOYENS DE SURVEILLANCE ET DE PROTECTION

5.1 Appareils de mesure

5.1.1 Dosimètres[1]

Selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail (R.Q. S-2.1,r.19.01, article 144), « *Les travailleurs susceptibles d'être exposés à des rayonnements ionisants doivent être surveillés par dosimétrie* » (MSSS, 2003).

La dosimétrie des rayonnements ionisants a pour but de mesurer les doses reçues par un travailleur et d'évaluer les conséquences physiques ou biologiques d'une exposition. Comme les rayonnements ionisants sont indétectables par les sens, ils peuvent provoquer des dommages biologiques importants sans que la personne ne s'en aperçoive. D'où la nécessité, dans certaines circonstances, de disposer de détecteurs permettant une mesure en continu des doses reçues.

Sur le plan pratique, on peut distinguer la dosimétrie externe et la dosimétrie interne :

- La détermination de la dose reçue par une personne exposée au rayonnement d'une source externe à son organisme est la dosimétrie externe. C'est le domaine qui nous intéresse dans le cadre du PMUNE-G2, car l'irradiation externe, par les nuages ou dépôts, constitue la voie d'exposition principale.
- L'estimation de la dose reçue par une personne du fait de la présence dans son organisme d'une substance radioactive, est la dosimétrie interne. Ce type de dosimétrie peut être utilisé lors de certaines activités où il y a, par exemple, manipulation de sources radioactives liquides ou gazeuses importantes.

Il existe deux grandes catégories de dosimètres :

Les dosimètres passifs (photographiques, thermoluminescents, par exemple) permettent de surveiller les travailleurs et les postes de travail sur une période donnée (de un à trois mois). Portés régulièrement, ils enregistrent la dose cumulée reçue qui n'est connue qu'ultérieurement après lecture et exploitation des résultats

Les dosimètres actifs ou opérationnels, portés en complément, permettent de connaître les doses en temps réel lors d'une intervention. Ils fonctionnent en lecture directe sans traitement particulier.

5.1.1.1 Dosimétrie passive : les dosimètres thermoluminescents DTL

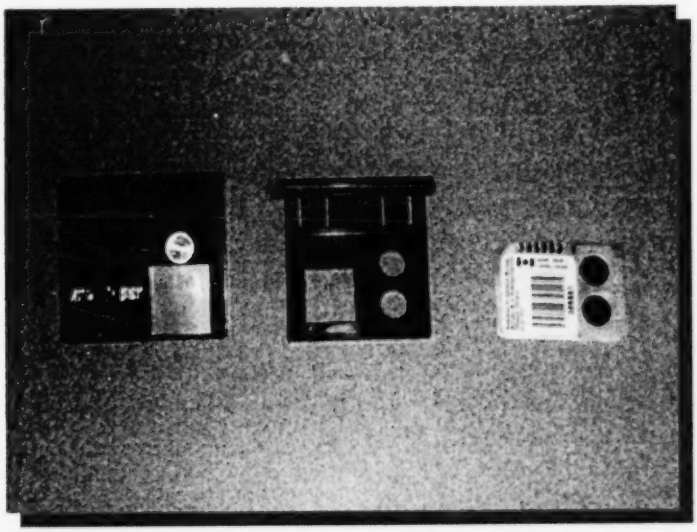
Les DTL permettent de mesurer la dose accumulée sur une période de temps donnée. Par exemple, ils peuvent être portés pendant un mois et ils sont ensuite recueillis et analysés; on peut alors déterminer l'exposition totale pour ce mois. Ils renferment des cristaux minéraux capables de restituer sous forme de lumière, lorsqu'ils sont chauffés, une partie de l'énergie reçue des rayonnements ionisants. Leur fiabilité s'étend de 20 mrem (0,2 mSv) à 1 000 rem (10 Sv) (Source : CCSN, 2000b).

---

[1] Adapté de IRSN, *Surveillance dosimétrique des travailleurs exposés aux rayonnements ionisants et des postes de travail à l'adresse Internet suivante* : http://www.irsn.org/vf/08_pre/08_pre_11dosimetrie.shtm

A cause de leur sensibilité et de leur stabilité, qui permet un usage pendant plusieurs mois, ils ont remplacé les dosimètres photographiques, autrefois utilisés. Au Canada, c'est le personnel des Services nationaux de dosimétrie (SND) de Santé Canada qui effectue la lecture des dosimètres pour la majorité des entreprises utilisant cette technologie. Le DTL constitue jusqu'à maintenant la mesure légale d'exposition qui sera portée au dossier de chaque travailleur à des fins de santé et sécurité au travail.

Figure 1 : Photographie d'un dosimètre thermoluminescent (DTL).



(Source : Site Internet des Services nationaux de dosimétrie, Santé Canada : http://www.hc-sc.gc.ca/hecs-sesc/snd/).

Recommandation pour le PMUNE-G2 : *Tous les travailleurs du PMUNE-G2 pouvant être exposés à des niveaux supérieurs au bruit de fond (> 0,01 mrem ou 0,1 µSv par heure) doivent porter le DTL pour fin de consignation de la dose pour le dossier dosimétrique et d'évaluation du risque à la santé.*

5.1.1.2 Dosimétrie active ou opérationnelle : les dosimètres à lecture directe

Les stylodosimètres et les dosimètres électroniques personnels (DEP) sont les deux types de dosimètres permettant une lecture instantanée de la dose reçue. Cette lecture permet à l'intervenant de réagir rapidement lorsque cette dose s'approche des limites prescrites. Les dosimètres à lecture directe fournissent une lecture de la dose ou du débit de dose reçu par un travailleur lors d'une affectation ou lors d'un quart de travail sans avoir à attendre le résultat de la mesure au DTL, lequel requiert un délai plus ou moins long selon la capacité des SND (délai minimal de 24 heures).

5.1.1.3 Les stylodosimètres à lecture directe

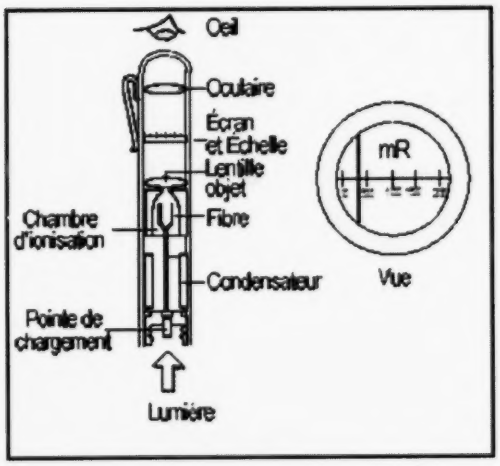
Description du dosimètre :

Le principe de la détection des radiations ionisantes par le stylodosimètre réside dans la décharge, sous l'action des rayonnements ionisants, d'un électroscope initialement chargé. Ces dosimètres, suivant leurs caractéristiques, permettent de déterminer la dose de rayonnements X et gamma. Le stylodosimètre est muni d'un micromètre oculaire gradué, il est chargé à l'aide d'une source extérieure de tension d'environ 200V. Il existe des stylodosimètres de diverses sensibilités, permettant la mesure de la dose absorbée de 100 mrem à 200 rem.

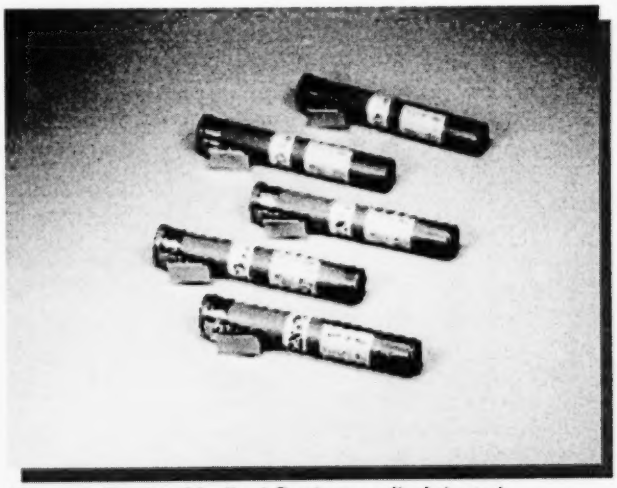
Le stylodosimètre est fragile. La précision des mesures, dans le cas d'une intégration de la dose sur plusieurs jours, n'est pas excellente. Il n'est pas rare de constater un décalage important entre la dose relevée par le DTL et celle relevée par le stylodosimètre. Ce décalage peut résulter :

- du mouvement propre du stylodosimètre, variable d'un instrument à l'autre ;
- de la différence de la réponse en énergie des dosimètres comparés ;
- du traitement mécanique du stylodosimètre : un choc important peut, le cas échéant, décharger le stylodosimètre, totalement ou partiellement.

Figure 2 : Illustration et photographie de stylodosimètres



Source : CCSN, 2000b



(Source: Biodex Medical Systems, site Internet www.biodex.com/radio/nuclear.htm)

Recommandation pour le PMUNE-G2 : *En raison des inconvénients associés au stylodosimètre, nous ne recommandons pas son utilisation dans le cadre du PMUNE-G2.*

5.1.1.4 Les dosimètres électroniques personnels (DEP)

Description du dosimétrie électronique (adapté de Couty, 2002)

Les travailleurs intervenant dans une zone d'exposition radiologique doivent disposer de moyens de mesure dosimétrique en temps réel par rapport à la dose intégrée et au débit de dose, incluant un système d'alarme dont le seuil est ajustable en fonction des catégories d'activités : c'est ce que leur offre le dosimètre électronique personnel (DEP). Ces appareils présentent une précision et une stabilité supérieures aux stylodosimètres.

Les dosimètres électroniques utilisés doivent être adaptés aux types de rayonnement susceptibles d'être rencontrés. Les caractéristiques demandées pour les dosimètres électroniques sont : autonomie du fonctionnement, facilité de calibrage, réponse angulaire adaptée, résistance aux chocs, facilité de décontamination, poids et dimensions adaptés, insensibilité à l'interférence notamment avec les agents physiques (chaleur, humidité, champs électromagnétiques). Une procédure d'assurance qualité avec une périodicité adaptée à leur utilisation doit être mise en place de sorte que les appareils soient toujours disponibles à leur niveau optimal de fonctionnement (contrôle des alimentations, vérification de la gamme d'énergie et de mesure pour les doses et débits de dose, étalonnage).

Pendant un quart de travail[2], les dosimètres ont un caractère individuel et nominatif. Ils doivent donc être enregistrés par l'employeur, de même que l'identité de l'utilisateur, la catégorie d'activité ainsi que le niveau d'alarme, le cas échéant. Ils sont portés à la hauteur de la poitrine (en cas d'impossibilité à la ceinture) et de telle façon que les alarmes puissent être perçues par les intervenants. Le port sous les équipements de protection est habituellement recommandé pour la dosimétrie mais peut ne pas être possible. Les résultats dosimétriques sont utilisés à des fins opérationnelles pendant l'événement et sont consignés dans un registre tenu par l'employeur ou par l'autorité de santé désignée.

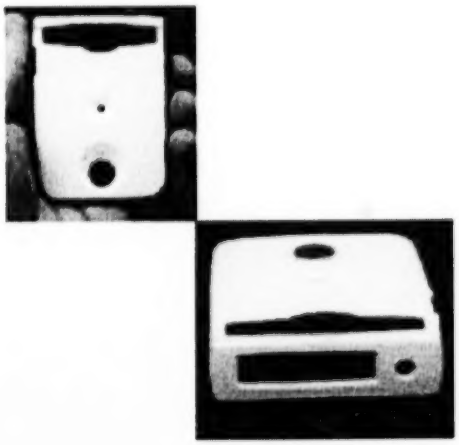
Les critères de sélection des DEP pour le PMUNE-G2 sont décrits à l'annexe 3

[2] Les DEP peuvent être remis à zéro et par la suite être utilisés par d'autres travailleurs après enregistrement de la dose à la sortie de la zone contaminée.

Les DEP viennent en complément aux DTL et permettent au travailleur d'urgence :

- de lire en temps réel sa dose accumulée et le débit de dose auquel il est exposé;
- d'être alerté, grâce à une alarme sonore, de l'atteinte de la limite de dose ou de débit de dose prédéfinie et de se retirer de la zone d'exposition;
- dans certains cas, de dépister des zones de contamination radioactive supérieure au niveau attendu dans la zone d'intervention.

Figure 3 : Photographie d'un DEP



<u>Recommandation concernant l'utilisation des DEP dans le cadre du PMUNE-G2</u> :

***Situations nécessitant le port individuel d'un DEP* :**

a) les limites de doses peuvent être atteintes ou dépassées;

b) les interventions ont lieu dans une zone où la population est mise à l'abri, évacuée ou relogée (zone rouge, orange et jaune)[3] :
   - Personnel affecté aux postes d'accès à la zone contaminée (barrages routiers)
   - Personnel affecté aux mesures environnementales (MENV et MAPAQ)
   - Personnel ambulancier

c) Personnel directement affecté à des tâches de vérification de la contamination et de décontamination des personnes :
   - dans les postes de contrôle des travailleurs d'urgence
   - dans les centres de réception des évacués
   - dans les hôpitaux désignés

[3] Les zones d'intervention de couleur (rouge, orange, etc.) sont expliquées à la section 5.4.

Situations justifiant l'utilisation d'un DEP pour une équipe de travailleurs (travailleurs exposés aux mêmes niveaux d'exposition et effectuant des tâches semblables)

a) Intervention dans une zone (zone violette) où l'on applique pour le population des mesures de réduction de dose (lavage des surfaces, restriction du temps passé à l'extérieur de la maison) :
   - Patrouilleurs des forces de l'ordre;
   - Personnel du MTQ affecté à l'évacuation des personnes ou au blocage des routes;
   - Personnel affecté aux mesures environnementales (MENV et MAPAQ)

b) Personnel affecté aux PCTU, centres de réception des évacués (secteur contaminé) et hôpitaux, excepté ceux affectés directement à la décontamination. Ex. : fonctions d'assignation du personnel, de remise des consignes et dosimètres, etc.

5.1.2 Débitmètres

Les débitmètres (ou radiamètres) sont des appareils qui mesurent la radioactivité dans l'environnement : dans le cas d'un accident avec rejets radioactifs, ils serviront à préciser les taux de contamination radioactive dans l'air et au sol. Ces appareils peuvent mesurer le rayonnement gamma et bêta : ils affichent la mesure en dose par unité de temps (mrem ou rem à l'heure, mSv/h, etc.). Leur utilisation permet de savoir à quelle vitesse une dose sera accumulée (un peu comme le compteur de vitesse d'une automobile qui permet de savoir le kilométrage parcouru en fonction du temps). La mesure du débit de dose servira par ailleurs à déterminer les *catégories d'assignation*, lesquelles précisent, pour les travailleurs, les moyens de protection à appliquer en fonction du risque présent dans l'environnement.

Les débitmètres se présentent sous forme d'appareil autonome avec sonde, permettant de discriminer les rayons bêta et gamma; ils sont également incorporés comme fonction dans certains modèles de DEP qui permettent d'associer une alarme sonore à un débit de dose déterminé.

Recommandation pour le PMUNE-G2 : ***l'utilisation des débitmètres devrait être réservée aux intervenants qui ont comme mandat de caractériser le niveau de radioactivité dans l'environnement ou dans certains milieux. Pour les autres travailleurs du PMUNE-G2, nous recommandons d'utiliser au besoin des dosimètres électroniques qui ont une fonction débitmètre incorporée. Une alarme peut être associée à différents débits de dose, selon la situation.***

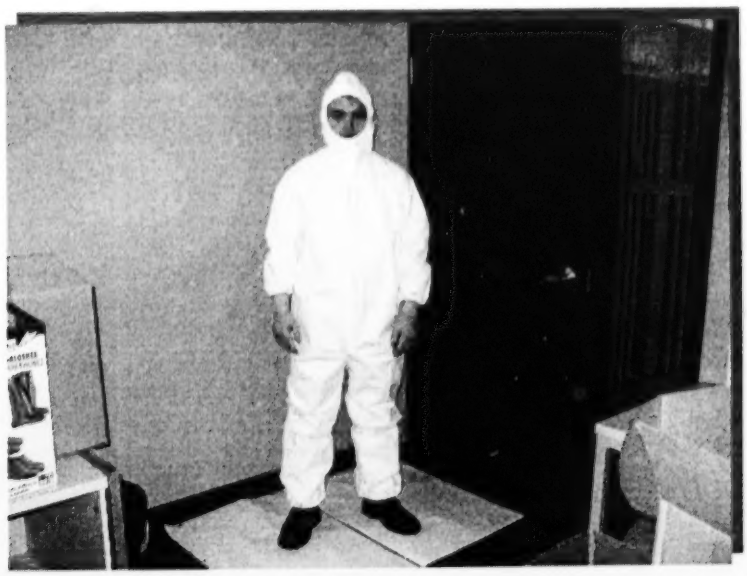
5.2 Équipements de protection individuelle

Les équipements nécessaires à la protection du personnel d'urgence doivent être fournis par l'employeur. Ces équipements peuvent comprendre des vêtements de protection, une protection respiratoire et des appareils de communication. Les travailleurs devant utiliser les équipements de protection doivent recevoir une formation préalable leur permettant de se familiariser avec ceux-ci.

5.2.1 Vêtements de protection[4]

Les vêtements de protection servent à éviter la contamination cutanée, particulièrement si des émetteurs bêta (par exemple l'iode -131 qui est un émetteur gamma et bêta) sont émis à l'environnement, comme c'est le cas pour les accidents de centrales nucléaires Ces vêtements (combinaison en tissu synthétique, type « Tyvec », couvre-bottes, gants et calot), qui permettent également d'éviter la contamination des vêtements et des effets personnels, devraient être à l'épreuve de l'eau et de l'humidité lorsqu'il y a des risques de contamination humide. Rappelons que ces vêtements ne protègent pas contre le rayonnement gamma.

Figure 4 : Vêtements de protection pouvant être utilisés dans une urgence radiologique.



Source : Duchesne et Gauvreau, 2004

5.2.2 Protection respiratoire

Une protection respiratoire pourrait être nécessaire pour certaines situations en centrale (ex. pompiers devant effectuer une intervention en centrale dans une atmosphère contaminée). Elle est également recommandée pour certaines activités où il y a exposition à d'importantes quantités de poussières radioactives (par exemple, les préposés à la vérification de la contamination et au déshabillage dans le PCTU, préposés à l'échantillonnage environnemental dans les zones où la population est mise à l'abri ou évacuée). Ils consistent en des masques étanches couvrant les voies respiratoires et munis de cartouches filtrantes qui permettent de bloquer les poussières contaminées. Il existe également des capsules permettant d'absorber le tritium, élément moins susceptible de représenter un risque dans le cadre du PMUNE-G2.

[4] Une étude produite par le MENV fournit de plus amples détails sur les vêtements de protection et les procédures d'utilisation. (Duchesne et Gauvreau, 2004)

Par ailleurs, pour certaines activités où les travailleurs peuvent être exposés à des poussières moins contaminées (par exemple, les préposés à l'échantillonnage environnemental en zone violette et bleue), un masque bucco-nasal de type N-95 filtrant les poussières peut être requis, en tenant compte du type d'exposition et de la durée des interventions.

Un programme de protection respiratoire peut être utile pour des groupes de travailleurs pour l'ajustement de certains équipements (par exemple des tests d'étanchéité pour le choix des masques qui devront être adaptés pour chaque travailleur). Les organismes concernés doivent définir le type de protection respiratoire ainsi que les modalités d'application dans leur plan d'urgence respectif.

Figure 5 : Appareils respiratoires pouvant être utilisés lors d'une urgence radiologique

Appareils à cartouche

Source : Gaston Chartrand, Hydro-Québec, 2003

Masque bucco-nasal N-95
Source :
http://www.distrimed.com/acatalog/La_Boutique_MASQUE_CHIRURGICAL_100.html

Appareil respiratoire autonome devant être branché sur une bouteille d'air comprimé
Source : Gaston Chartrand, Hydro-Québec, 2003

5.2.3 Appareils de communication

Cet équipement permet en tout temps au personnel intervenant en zone contaminée de pouvoir communiquer avec leur supérieur et/ou le poste de contrôle.

5.3 Utilisation des comprimés d'iode stable

Lors d'une situation d'urgence avec rejets radioactifs, le personnel d'urgence peut être exposé à l'iode radioactif contenu dans le nuage ou déposé dans l'environnement suite au passage de ce nuage. L'absorption de comprimés d'iode stable[5] avant ou dans les quelques heures suivant l'exposition peut empêcher la fixation de l'iode radioactif sur la thyroïde et prévenir une augmentation potentielle du risque de cancer de la glande thyroïde qui est le principal effet consécutif à cette exposition[6]. Il faut cependant retenir que l'iode stable ne protège que la glande thyroïde et seulement contre l'inhalation ou l'ingestion d'iode radioactif.

5.3.1 Modalités d'application

- La recommandation de prise des comprimés d'iode stable par les travailleurs d'urgence sera faite par le directeur de santé publique ou selon les modalités prédéterminées dans les plans d'urgence des ministères ou organismes ;
- la prise du comprimé se fait 1 fois par jour, avant d'entrer en zone contaminée à l'iode radioactif ;
- dans les premières heures d'un l'accident, il peut être difficile de préciser le contenu du nuage radioactif et de savoir s'il y a présence d'iode radioactif dans celui-ci; par mesure de précaution, il est recommandé aux travailleurs affectés aux interventions sur le terrain (policiers, pompiers, personnel des ministères de l'Environnement et des Transports) de prendre d'emblée une dose d'iode stable avant de se rendre au lieu de leur affectation ;
- la gestion de cette mesure de protection incombe à chaque employeur dont le personnel peut être exposé à l'iode radioactif; les modalités entourant son application devront être définies dans les plans d'urgence des organisations concernées et être enseignées aux travailleurs dans le cadre des programmes de formation ;
- il est de la responsabilité du travailleur de déclarer à son employeur la présence d'une contre-indication médicale liée à la prise de comprimés d'iode.

---

[5] L'iode stable est celui que l'on retrouve normalement dans la nourriture et qui sert au fonctionnement normal de la glande thyroïde. On peut concentrer cet iode stable dans des comprimés et les administrer avant exposition à l'iode radioactif. Cela a pour effet d'empêcher l'absorption d'iode par la glande thyroïde suite à l'exposition au nuage radioactif. Pour une présentation plus complète de cette mesure, on se référera au document Lignes directrices pour l'utilisation des comprimés d'iode en cas d'accident à la centrale nucléaire Gentilly-2 (Grenier, 2002a).

[6] Le risque est cependant faible chez l'adulte et diminue avec l'âge, si bien qu'après l'âge de 40 ans, il est jugé presque nul par l'OMS (Voir *Lignes directrices pour l'utilisation des comprimés d'iode stable en cas d'accident à la centrale Gentilly*, Grenier, 2002a).

5.3.2 Contre-indications relatives à la prise des comprimés d'iode

De façon générale, il y a très peu de personnes pour lesquelles la prise d'iode stable est contre-indiquée. Ce sont les personnes présentant :

- une allergie connue à l'iode (les allergies aux fruits de mer et aux produits de contraste utilisés lors des examens radiologiques ne sont pas des allergies véritables à l'iode et donc, ne sont pas considérées comme des contre-indications (Caron, 2003)) ;
- une maladie de la thyroïde, de type hyperthyroïdie, associée à une maladie cardiaque ;
- une dermatite herpétiforme ou une vasculite hypocomplémentémique (maladies très rares).

5.3.3 Synthèse des informations relatives aux équipements de protection

Tableau 4 : Synthèse des informations relatives aux équipements de protection

Type d'équipement	Fonction	Caractéristiques	Indications
Appareils de mesure			
Dosimètres			
Dosimètre thermoluminescent (DTL)	Mesure de la dose accumulée	• sensible aux rayons X, gamma et bêta • résistant aux chocs • plage allant de 0,2 mSv à 10 Sv. • nécessite une lecture en laboratoire par les service nationaux de dosimétrie (SND) situé à Ottawa • la remise à « 0 » est effectuée lors de l'analyse au SND • délai avant l'obtention des données (> 24 heures) • utilisation nominale : source officielle des donnée pour le dossier dosimétrique	• Intervenants d'urgence susceptibles d'être exposés aux rayonnements à des niveaux supérieurs au bruit de fond
Dosimètre électronique personnel (DEP)	Mesure de la dose accumulée et du débit de dose instantané	• permet une lecture directe en tout temps • permet l'ajustement d'alarmes, selon la dose et le débit de dose • plus fiables que les stylodosimètres • peuvent être remis à « 0 » après utilisation • peuvent être réutilisé par le même travailleur ou par un autre travailleur après enregistrement de la dose et remise à « 0 »	• Atteinte possible des limites de doses • Interventions dans une zone où la population est mise à l'abri, évacuée ou relogée • Personnel affecté à des tâches de vérification de la contamination et de décontamination des personnes

Type d'équipement	Fonction	Caractéristiques	Indications
Débitmètre	• Mesure la radioactivité dans l'environnement en terme de dose gamma et bêta par unité de temps • Permet de délimiter les zones de contamination radioactive liée au passage du nuage ou due aux dépôts • Permet d'augmenter la protection des travailleurs en identifiant les zones très contaminées	• Alarme ajustable selon les situations • 2 types : appareils autonomes ou fonction intégrée aux DEP	• Délimitation (caractérisation) des zones de contamination radioactives • Alerte ajustable pour les zones très contaminées où l'on ne veut pas intervenir ou pour détecter un niveau de contamination supérieur à celui associé à la zone où l'on intervient (par exemple, détecter des « spots » jaunes dans une zone violette)
Protection cutanée			
Survêtements de tissu synthétique imperméable	• Protection cutanée contre les rayonnements bêta • Évite la dispersion de la contamination • Permet la protection des vêtements des travailleurs	• Résistants et au besoin imperméables (travail à l'extérieur et intempéries) • Inconfortables dans certaines conditions (ex. températures estivales élevées) • Aucune protection contre les rayons gamma	• À utiliser lorsque contact (peau, tête) avec substances contaminées • Double couche à utiliser si aller-retour multiples en zone contaminée lors du même quart de travail • La couche externe peut être retirée au poste de contrôle et remplacée au besoin avant le retour en zone contaminée
Gants, couvre-bottes et claques	• Protection des mains et des chaussures	• Gants de nitriles jetables et couvre-bottes en matériel résistant généralement utilisés	• Complément au survêtement
Calot (bonnet)	• Protection des cheveux et de la tête		• Complément au survêtement si contact possible de la tête avec substances contaminées

Type d'équipement	Fonction	Caractéristiques	Indications
Protection respiratoire			
Masque avec cartouches, couleur pourpre[1] Appareil autonome Masque bucco-nasal (N-95)	Protection contre la pénétration de particules radioactives dans les voies respiratoires	• Appareils de protection respiratoire autonomes sont plus efficaces, mais sont encombrants et demandent une formation spéciale avant d'être utilisés. • Appareils à cartouches offrent une bonne protection contre les iodes et les particules ; ils peuvent également offrir une protection contre le tritium, mais en cas d'exposition prolongée dans une atmosphère fortement contaminée, l'appareil respiratoire autonome constitue la meilleure protection (U.S. Department of Energy, 1994).	• Utilisation des appareils à cartouche lorsque l'inhalation de particules radioactives représente un risque significatif (en centrale et sous le nuage en zone rouge et orange ou dans la phase dépôts pour certaines activités où il y a présence importante de poussières radioactives) • Utilisation du masque bucco-nasal de type N-95 pour certaines activités où les travailleurs peuvent être exposés à des poussières moins contaminées (par exemple, les préposés à l'échantillonnage environnemental en zone violette et bleue)
Comprimés d'iode			
	Protection de la glande thyroïde contre l'inhalation d'iode radioactif	• Utilisation d'une dose quotidienne (130 mg d'iodure de potassium pour un adulte) • Sur avis du Directeur de santé publique ou selon les modalités du plan d'urgence spécifique à l'organisation	• Lorsque l'inhalation d'iode radioactif représente un risque significatif[7] • En cas d'incertitude sur la composition du nuage • Respect des contre-indications

[1] Pour les cartouches, une bande de couleur pourpre désigne l'utilisation pour le matériel radioactif en combinaison avec les gaz et les vapeurs, selon la norme ANSI K13.1-1973 (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE,1973). (Source : Site Internet de la CSST à l'adresse http://www.prot.resp.csst.qc.ca/Guide231b.shtml).

[7] Risque significatif : nous entendons par là la présence d'iode radioactif dans l'environnement dans les premières semaines suivant l'accident et la contamination par les dépôts. Il n'y a pas de niveau d'intervention à proprement parler pour cette mesure de protection pour les travailleurs d'urgence, pas plus que nous en ayons retrouvé dans les plans d'urgence d'autres pays ou dans les recommandations des organismes internationaux.

5.4 Assignation du personnel

5.4.1 Principes de radioprotection

L'assignation du personnel doit se faire en fonction des catégories présentées au tableau 5 dans le but de contrôler les doses auxquelles le personnel d'urgence sera exposé ainsi que les moyens à mettre à leur disposition pour évaluer les risques et les protéger.

Les tâches du personnel affecté à l'urgence doivent également être planifiées selon les trois principes de radioprotection :

- minimiser le temps d'exposition (ex. rotation du personnel, fractionnement des doses par le partage de la tâche entre plusieurs personnes) ;
- augmenter la distance entre la personne et la source de radioactivité (ex. poste de travail à l'extérieur de la zone à risque) ;
- placer des écrans entre la source de radioactivité et la personne (ex. vêtements de protection, travail dans des abris tel que véhicule ou édifice).

La gestion du personnel d'urgence doit également tenir compte du nombre et de la disponibilité du personnel d'urgence dans la planification de l'affectation des tâches et de l'assignation des ressources. Il faut par exemple « économiser » l'exposition du personnel spécialisé pour éviter que l'atteinte trop rapide des limites de doses ne les rendent indisponibles pour effectuer des tâches pour lesquelles il n'y a pas de personnel de remplacement.

5.4.1 Catégories d'assignation et zones d'intervention pour le PMUNE-G2

En plus de constituer un système de référence pour la protection du personnel d'urgence, les catégories d'assignation et zones d'intervention ont également comme objectif d'assurer une cohérence entre les mesures de protection appliquées à la population et aux travailleurs d'urgence.

Les caractéristiques rattachées aux catégories d'assignation du PMUNE-G2, en lien avec les zones d'intervention, sont présentées au tableau 5.

5.4.1.1 Catégories d'assignation

Les catégories d'assignation sont divisées en niveaux 1, 2 et 3 selon le niveau de risque (dose ou débit de dose auquel le travailleur peut être exposé). Les niveaux déterminent :

- le type de dosimètre à utiliser
- le matériel de protection ainsi que certaines procédures opérationnelles qui s'y rattachent.

5.4.1.2 Zones d'intervention

Les zones d'intervention subdivisent le territoire se trouvant sous le trajet d'un nuage radioactif et dont le niveau de contamination demande l'application de mesures de protection pour la population.

Les zones sont divisées en codes de couleur (bleue, violette, jaune, orange et rouge) selon des critères de contamination (dépôts surfaciques, débits de doses ou dose totale) dont l'importance détermine les mesures de protection à appliquer (protection de la chaîne alimentaire, mise à l'abri, évacuation, etc.).

À titre de référence, le tableau 6 présente le délai requis pour atteindre la limite de dose opérationnelle (1,5 rem) pour chacune des zones d'intervention.

Tableau 5 **Zones d'intervention et catégories d'assignation pour les travailleurs du Plan des mesures d'urgence externe à la centrale nucléaire Gentilly 2 (PMUN-G2)**

Zones d'intervention	*Critères de définition*[1]	*Niveaux d'exposition associés aux critères*	*Mesures de protection pour la population*	*Étendue maximale selon l'accident de dimensionnement limite*	*Catégories d'assignation pour les travailleurs d'urgence*	*Dosimètres et Matériel de protection*	*Modalités opérationnelles*
VERT	Bruit de fond naturel (BDF) : **~ 0,01 mrem/h** + dépôts surfaciques d'**Iode-131 < 2 000 Bq/m²**[2]	• Bruit de fond (BDF) naturel : dose annuelle d'environ 200 mrem	• Aucune mesure de protection	> 70 km	**NIVEAU 0**	Dosimètres : Aucun Matériel de protection : Aucun	• Ne s'applique pas
BLEU	Bruit de fond avec dépôts surfaciques d'**Iode-131 > 2 000 Bq/m²** jusqu'à un débit de dose gamma de **0,1 mrem/h**	• Dose à la thyroïde de l'enfant par consommation de lait contaminé pendant une période de 3 mois : ≥ 1,5 rem • Débit de dose : jusqu'à 10 fois BDF • Dose annuelle externe due aux dépôts : 0 à 100 mrem	• Protection de la chaîne alimentaire : o mesure de la contamination dans certaines cultures et produits (par exemple le lait) o interdiction de consommation et embargo pour certaines catégories d'aliments contaminés (lait, céréales, fruits, légumes de surface, etc.)	70 km	**NIVEAU 1**	Dosimètres : • DTL individuel Matériel de protection : • Habits de travail habituels • Protection respiratoire au besoin[3]	• Aucune modalité particulière • Passage par le PCTU[4] non requis

Zones d'intervention	*Critères de définition*[1]	*Niveaux d'exposition associés aux critères*	*Mesures de protection pour la population*	*Étendue maximale selon l'accident de dimensionnement limite*	*Catégories d'assignation pour les travailleurs d'urgence*	*Dosimètres et Matériel de protection*	*Modalités opérationnelles*
VIOLETTE	**0,1 à 0,5 mrem / h**	▪ Débit de dose : 10 à 50 fois BDF ▪ Dose annuelle externe due aux dépôts : 100 mrem à 1 rem > BDF	▪ Protection de la chaîne alimentaire ▪ Mesures simples de réduction de la dose[5] : o Lavage des surfaces o Réduction du temps passé à l'extérieur	35 km	**NIVEAU 2**	<u>Dosimètres</u> : ▪ DTL individuel ▪ DEP de groupe[6] <u>Matériel de protection</u> : ▪ Habits de travail habituels ▪ Protection respiratoire au besoin	▪ Entrée et sortie par le PCTU ▪ Alarme du DEP réglée à 0,7 mrem/h[7] ▪ Pas de limite quotidienne d'assignation[8]

Zones d'intervention	*Critères de définition*[1]	*Niveaux d'exposition associés aux critères*	*Mesures de protection pour la population*	*Étendue maximale selon l'accident de dimensionnement limite*	*Catégories d'assignation pour les travailleurs d'urgence*	*Dosimètres et Matériel de protection*	*Modalités opérationnelles*
	≥ 0,5 mrem/h	▪ Débit de dose : 50 à 100 fois le BDF ▪ Dose annuelle externe due aux dépôts > 1 rem	▪ Relogement[9]	8 Km	**NIVEAU 3**	<u>Dosimètres</u> : ▪ DTL individuel ▪ DEP individuel <u>Matériel de protection</u> : ▪ Vêtements de protection cutanée (combinaison imperméable jetable, gants et couvre chaussures) ▪ Protection respiratoire, au besoin ▪ Comprimé d'iode au besoin[10]	▪ Entrée et sortie par le PCTU ▪ Alarme du DEP réglée à *25 mrem/h*[11] ▪ Sortie de la zone après un maximum de 3 heures pour subvenir aux besoins de base[12]
ORANGE	*Débit de dose* : **10 à 25 mrem/h** <u>ou</u> *Dose projetée (nuage)* : **500 mrem à 1 rem**	▪ Dose à l'enfant due à l'exposition au nuage : 500 mrem à 1 rem	▪ Mise à l'abri ▪ Comprimés d'iode	6 km			▪ Entrée et sortie par le PCTU ▪ Alarme du DEP réglée à *25 mrem/h* ▪ Lecture du dosimètre aux *30 minutes* ▪ Sortie de la zone lors de l'atteinte de la limite prescrite ou après un maximum de 3h ▪ Accès interdit aux moins de 18 ans et aux travailleuses enceintes.[13]

Zones d'intervention	*Critères de définition*[1]	*Niveaux d'exposition associés aux critères*	*Mesures de protection pour la population*	*Étendue maximale selon l'accident de dimensionnement limite*	*Catégories d'assignation pour les travailleurs d'urgence*	*Dosimètres et Matériel de protection*	*Modalités opérationnelles*
ROUGE	*Débit de dose* : **> 25 mrem/h** ou *Dose projetée (nuage)* : **≥ 1 rem**	▪ Dose à l'enfant due à l'exposition au nuage : 1 à 8 rem	▪ Évacuation ▪ Mise à l'abri si l'évacuation n'est pas possible ▪ Comprimés d'iode	4 km			▪ Entrée et sortie par le PCTU ▪ Alarme du DEP réglée à *1,5 rem*, sauf pour activités de sauvetage[14] ▪ Lecture du dosimètre *aux 15 minutes* ou selon les consignes du PCTU ▪ Sortie de la zone lors de l'atteinte de la limite prescrite ou après un maximum de 3 heures ▪ Accès interdit aux moins de 18 ans et aux travailleuses enceintes.

[1] À moins d'exception (zone verte), les critères de définition sont exprimés en dose totale gamma projetée à l'individu critique, ou en débits de dose gamma à un mètre du sol (mesurés ou estimés).

[2] Pour ce niveau de contamination, la mesure du débit de dose gamma mesuré à 1 mètre du sol ne montrera pas de valeur différente du bruit de fond; des mesures en laboratoire d'échantillons contaminés seront nécessaires pour identifier cette zone.

[3] Une protection respiratoire est indiquée pour le personnel pouvant être exposé au nuage radioactif, en zone orange ou rouge. Elle est également recommandée pour certaines activités où il y a exposition à d'importantes quantités de poussières radioactives (par exemple, les préposés à la vérification de la contamination et au déshabillage dans le PCTU, préposés à l'échantillonnage environnemental dans les zones où la population est mise à l'abri ou évacuée). Dans ces cas, un masque facial intégral avec capsules filtrantes peut être requis. Par ailleurs, pour certaines activités où les travailleurs peuvent être exposés à des poussières moins contaminées (par exemple, les préposés à l'échantillonnage environnemental en zone violette et bleue), un masque bucco-nasal de type N-95filtrant les poussières peut être requis, en tenant compte du type d'exposition et de la durée des interventions. Les organismes concernés doivent définir le type de protection respiratoire ainsi que les modalités d'application dans leur plan d'urgence respectif, en lien avec les recommandations du Comité opérationnel du PMUNE-G2.

[4] Le PCTU (Poste de contrôle des travailleurs d'urgence) assume les fonctions de radioprotection (tenue des registres, instructions et matériel remis au travailleur, vérification de la contamination à la sortie et décontamination si nécessaire).

[5] Les mesures simples de réduction de la dose comprennent par exemple le nettoyage des surfaces (routes, entrées de cour, maisons) et la réduction du temps passé à l'extérieur. Ces mesures sont appliquées dans une optique ALARA (limiter l'exposition au plus bas niveau possible) mais l'exposition dans cette zone ne représente pas un risque important à la santé de la population puisque la dose dans le pire des cas, ne dépasse pas 500 mrem dans la prochaine année.

[6] DEP de groupe par équipe affectée aux mêmes sources d'exposition et à des tâches similaires (mesures environnementales de la contamination, personnel du PCTU non affecté à la vérification de la décontamination et au déshabillage, etc.).

[7] L'alarme, dans ce cas, sert à détecter les zones de contamination jaune (« hot spots »).

[8] Toutefois, les limites de dose s'appliquent en tout temps.

[9] Le critère pour le relogement est défini de façon à se rapprocher de la dose limite appliquée dans le cas de la travailleuse sous rayonnement enceinte (400 mrem).

[10] Les comprimés d'iode seront pris quotidiennement, en l'absence de contre-indication, sur recommandation du Directeur de santé publique, en cas d'exposition significative potentielle à l'iode radioactif, par voie d'inhalation.

[11] L'alarme permet de détecter la zone rouge et d'éviter d'y entrer, à moins de tâches particulières bien identifiées.

[12] La sortie de la zone après trois heures permet au travailleur de subvenir à ses besoins de base (boire, manger, toilettes, repos, se rafraîchir) sans compromettre les mesures de radioprotection. Le travailleur peut réintégrer la zone contaminée par la suite, s'il n'a pas atteint sa limite de dose.

[13] L'interdiction d'accès aux zones orange et rouge a pour but d'assurer à la travailleuse enceinte du PMUNE-G2 la même limite de dose que celle appliquée pour les travailleuses sous rayonnements (400 mrem).

[14] L'alarme, dans le cas des activités de sauvetage, peut être réglée pour des valeurs se situant entre 1,5 et 25 rem, après une entente entre l'employeur et le travailleur qui doit être bien informé des risques avant le début de l'intervention. Pour les accidents de dimensionnement, il n'est pas prévu de situation hors centrale où les intervenants d'urgence seraient exposés à des doses pouvant entraîner des effets précoces (50 rem). Pour les situations en centrale, il est prévu dans le Plan d'urgence interne de Gentilly-2 que ce sont les employés de la centrale, avec les moyens de protection appropriés et supervisés par des agents de radioprotection, qui effectueront les interventions de sauvetage dans les zones où le niveau d'irradiation est élevé. Les situations de sauvetage pour un intervenant du PMUNE-G2 sont donc fort improbables.

Tableau 6 : Estimation du temps d'atteinte de la limite de dose opérationnelle selon les zones d'intervention

Zones d'intervention	***Temps d'atteinte des limites de dose de 1,5 rem***	
	Phase nuage	**Phase dépôts**
Violette et bleue Exemple de tâches : Personnel affecté au contrôle alimentaire		Plusieurs mois à plusieurs années
Jaune Exemple de tâche : Personnel affecté aux points de blocage		Une semaine à plusieurs mois
Orange Exemple de tâches : Mesures des débits de dose dans l'environnement	Quelques minutes à quelques heures[1]	Quelques jours à une semaine
Rouge Exemple de tâches : ▪ Récupération par les ambulanciers d'un employé de Gentilly-2	Quelques minutes à quelques heures[1]	Critères non susceptibles d'être atteints en dehors du territoire de la centrale pour les accidents plausibles

[1] Selon l'importance de l'accident et la durée des rejets (voir Grenier, 2002b)

5.4.2 Modalités d'assignation

L'Organisation régionale de sécurité civile (ORSC), sur recommandation de l'Équipe d'évaluation du risque radiologique (ÉÉRR), déterminera périodiquement les catégories d'assignation et les zones d'intervention selon le code des couleurs associé aux secteurs dans lesquels interviendront les travailleurs d'urgence. L'ORSC en informera les postes de contrôle des travailleurs d'urgence (PCTU), qui ont la responsabilité de gérer les activités de radioprotection dans les zones contaminées et de transmettre les consignes appropriées.

6 POSTE DE CONTRÔLE DES TRAVAILLEURS D'URGENCE (PCTU)

Afin d'assurer la protection du personnel d'urgence, des poste de contrôle seront déployés dans les heures suivant un accident avec relâches radioactives dans l'environnement. Le personnel du MENV est responsable d'organiser les PCTU selon le trajet du nuage radioactif et des zones de contamination. Idéalement, les PCTU seront situés en zone non contaminée, mais à proximité du trajet du nuage. À titre d'exemple, on retrouve à l'annexe 4 une proposition de schéma de l'organisation d'un PCTU.

6.1 Fonction des PCTU

Les PCTU auront pour fonctions :

- de contrôler l'accès en zones contaminées ;
- de fournir aux travailleurs, en quantités suffisantes :
  - les appareils de détection et de dosimétrie ;
  - le matériel de protection ;
  - les comprimés d'iode ;
  - les informations relatives au niveau de contamination des zones d'intervention et des risques qui y sont associés ;
  - les informations et consignes requises pour l'utilisation des appareils et du matériel[8] ;
  - les consignes d'hygiène (interdiction de boire, manger et fumer en zone contaminée) ;
- de vérifier la contamination externe et de procéder à la décontamination primaire (douche, lavage localisé) ;
- de tenir les registres des interventions liées à la radioprotection et des doses enregistrées par les dosimètres électroniques;
- d'assurer un système de communication qui permettra une intervention rapide en cas de besoin ;
- d'assurer le respect des limites de doses .

[8] Les cartes d'assignation (voir exemples à l'annexe 3) et les procédures qui s'y rattachent sont un exemple d'information qui pourrait être remise au travailleur avec les explications requises.

6.2 Tenue des registres

Tout employeur doit s'assurer de la tenue d'un registre concernant les activités de ses employés et les moyens mis en œuvre pour leur protection. Les informations contenues dans un tel registre sont, par exemple:

- Nom du travailleur, numéro, équipe ou direction
- Nom de l'organisme ou du ministère
- Catégorie d'activité : sauvetage, urgence normale, rétablissement à long terme
- Nom de l'escorte si indiquée
- Date et heure d'entrée en zone contaminée
- Catégorie d'assignation (cartes) : rouge, orange, jaune ou verte
- Durée de l'assignation
- Dosimètres remis aux travailleurs : type (DTL, DEP), numéros et niveau de l'alarme lorsque requis
- Doses reçues par ses employés lors des interventions en zone contaminés
- Vêtements de protection : combinaison, gants, bottes
- Comprimés d'iode : date et heure de la prise du comprimé
- Relevé de contamination et activités de décontamination
- Toute autre information pertinente.

BIBLIOGRAPHIE

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE (1973) *American National Practices for Identification of Air-Purifying Respirator Canisters and Cartridges*. NEW YORK : ANSI, 7p. (ANSI-K13.1-1973). [NO-08895]

BIODEX MEDICAL SYSTEMS DANS L'INSTITUT POUR LA RECHERCHE SUR L'ÉNERGIE ET L'ENVIRONNEMENT, 2001 (Site Internet).

CARON, ANDRÉ, Chef du service d'allergie-immunologie, pavillon Notre-Dame du Centre hospitalier universitaire de Montréal, (2003), *L'allergie à l'iode, qu'est-ce au juste ?*, Site Internet http://www.allerg.qc.ca/iodemdque.htm.

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (2000A), *Règlement sur la radioprotection*. Ottawa.

COMMISSION CANADIENNE DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE (2000B), *Comité consultatif de la radioprotection, Manuel à l'intention des responsables de la radioprotection, Partie A*, INFO-0718, Ottawa.

COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE, COMITÉ CONSULTATIF DE LA RADIOPROTECTION (1998), *ACRP-9 Radiation doses from medical diagnostic procedures in Canada*, Ottawa.

COUTY, EDOUARD ; LACOSTE, ANDRÉ CLAUDE ; HROUDA, PHILIPPE (2002), *Intervention médicale en cas d'événement nucléaire ou radiologique*. Guide national. France.

DUCHESNE, DAVID et GAUVREAU, MERLO (2004), *Formation en urgence nucléaire : Le poste de contrôle des travailleurs d'urgence et les vêtements de protection*, Urgence-Environnement, Bureau de la coordination des urgences, Québec.

GRENIER, GILLES W. (2002a), *Lignes directrices pour l'utilisation des comprimés d'iode stable en cas d'accident à la centrale Gentilly 2*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec, Trois-Rivières. (On peut consulter ce document à l'adresse Internet suivante : http://www.rrsss04.gouv.qc.ca/NosProduits/lignes_dir_iode.pdf)

GRENIER, GILLES W. (2002b). *Bases de planification du PMUNE-G2 en matière de scénarios d'accident, de niveaux d'intervention pour les mesures de protection et de zone de planification d'urgence pour l'exposition au panache (ZPU-P)*, Régie régionale de la santé et des services sociaux de la Mauricie et du Centre-du-Québec, Trois-Rivières. (On peut consulter ce document à l'adresse Internet suivante : http://www.rrsss04.gouv.qc.ca/NosProduits/lignes_dir_zpu-p.pdf)

HYDRO-QUÉBEC, CENTRALE NUCLÉAIRE GENTILLY-2 (1999), *Résultats du programme de surveillance radiologique de l'environnement du site de Gentilly : Rapport annuel 1999*. Rapport technique G2-RT-2000-00518-12, Bécancour.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (1996), *International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*, Safety Series No 115, Vienne.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY (1997), *Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions During a Reactor Accident. IAEA-TECDOC-955*, Vienne.

INTERNATIONAL COMMISSION OF RADIOLOGICAL PROTECTION (1991), *1990 Recommendations of the International Commission of Radiological Protection,* ICRP Publication 60, Pergamon Press.

INTERNATIONAL COMMISSION OF RADIOLOGICAL PROTECTION (1993), Principles for intervention for protection of the public in a radiological emergency, ICRP Publication 63, Pergamon Press.

INTERNATIONAL SAFETY RESEARCH (2002), *Consultant report on general guidelines for off-site emergency preparedness and response Nuclear.* ISR-R-1083-1 version 3.0.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (2001*), Plan des mesures d'urgence nucléaire, Volume 1.* Plan d'intervention du ministère de l'Environnement en cas d'urgence nucléaire à la centrale Gentilly-2, Québec.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (1993), *L'intervention socio-sanitaire dans le cadre des mesures d'urgence*, cahier de participation. Volet santé publique.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2002*), Loi sur la santé et la sécurité du travail,* L.R.Q., C. S-2.1., Québec, Éditeur officiel du Québec.

GOUVERNEMENT DU QUÉBEC (2002*), Loi sur la santé publique*, L.R.Q., chapitre S-2.2, Québec, Éditeur officiel du Québec.

MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX, DIRECTION DE LA PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE (2001), *Surveillance de la mortalité au Québec, 1977-1998.* Québec.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (1990), *Health Effects of Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation,* BEIR V, Washington, National Academy Press.

PROVINCE OF ONTARIO (1999), *Province of Ontario nuclear emergency plan, part I – Provincial master plan, interim plan – second Edition,* Ontario.

RÉGIE RÉGIONALE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX DE LA MAURICIE ET DU CENTRE-DU-QUÉBEC (2002), *Plan régional des mesures d'urgence de la Mauricie et du Centre-du-Québec.* Trois-Rivières.

SANTÉ CANADA ET COMMISSION DE CONTRÔLE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE (1998), *Évaluation et gestion des risques de cancer associés aux rayonnements ionisants et aux agents chimiques.* Ottawa.

STATISTIQUES CANADA (2004), *Statistiques canadiennes sur le cancer 2004,* http://www.cancer.ca/vgn/images/portal/cit_86755361/27/54/195991114CCS_stats2004_fr.pdf

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY (1994), *Primer on Tritium Safe Handling Practices*, Washington.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, OFFICE OF RADIATION PROGRAMS (1992), Manual of Protective Action Guides and Protective Actions for Nuclear Incidents, EPA-400-R-92-001, Washington.

UNSCEAR (2000), *Sources and effects of ionising radiation*, United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes.

Annexe 1 : Limites de doses recommandées par la CIPR et l'AIEA

Catégories d'activité	*ICRP 63 (1993)* *Limites de doses*	*IAEA, 1996, 1997* *Limites de doses*	*IAEA, 1997* *Limites opérationnelles*[1]
Type Ia : • Sauver des vies	**Limiter sous le seuil des effets déterministes sévères** ⇓ **100 rem (1 Sv)** **> 100 rem (1 Sv), en situation exceptionnelle et sur une base volontaire**	**Limiter à 10 fois la limite de doses en situation normale** ⇓ **50 rem (500 mSv)** **(sur une base volontaire)**	**25 rem**
Type Ib • prévenir des blessures sérieuses; • éviter une dose importante à la population; • prévenir le développement de situation catastrophique; • intervenir sur les systèmes de sûreté du réacteur; • mesurer le débit de dose dans l'environnement.	**Pas de distinction entre 1a et 1b**	**Limiter à 2 fois la limite de doses en situation normale** ⇓ **10 rem (100 mSv)** pour la durée de l'intervention	**5 rem**
Type 2 : • Implanter des mesures de protection urgentes • Effectuer le monitorage environnemental • Réaliser les opérations de rétablissement à court terme (phase nuage)	**Limiter à la dose permise dans des conditions normales** ⇓ **5 rem (50 mSv)** pour la durée de l'intervention	**Limiter à la dose permise dans des conditions normales** ⇓ **5 rem (50 mSv)** pour la durée de l'intervention	**2,5 rem** pour la durée de l'intervention
Type 3 : • Réaliser les opérations de rétablissement à moyen et long terme (phase dépôts)	**Limites d'exposition pour les travailleurs sous rayonnements** Au Canada, ces limites sont définies par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN, 2000) et sont les suivantes : • 5 rem (50 mSv) par année, dose efficace à l'organisme entier • 10 rem (100 mSv) sur 5 ans, dose efficace à l'organisme entier • 15 rem (150 mSv) par année, dose au cristallin • 50 rem (500 mSv) par année, dose à la peau ou aux extrémités (mains, pieds)		

[1] Les *limites opérationnelles* sont les lectures au dosimètre de dose gamma externe intégrée sur la durée de l'urgence, pour les activités d'urgence de type 1 et 2. Elles incluent une marge de sécurité pour la portion de dose reçue par inhalation et par rayonnement bêta. Ces limites supposent une protection de la glande thyroïde (prise de comprimé d'iode) avant exposition. Si ce n'est pas le cas, il faut diviser ces valeurs par un facteur de 5.

Annexe 2 : Limites de doses adoptées en Ontario et aux Etats-Unis

Catégories d'activité	*Ontario (Prov. of Ont., 1999)*	*Etats-Unis (USEPA, 1992)*
Sauvetage	**> 5 rem (sur une base volontaire, personne informée des risques)**	**> 25 rem (sur une base volontaire, personne informée des risques)**
Sauvetage ou protection d'une population		**25 rem (si incapacité d'appliquer la limite de 10 rem)**
Protection des biens		**10 rem (si incapacité d'appliquer la limite de 5 rem)**
Toute autre activité	Phase nuage : **5 rem** Phase dépôts : **500 mrem par année**[1]	**5 rem**

[1] Il est spécifié dans le plan d'urgence nucléaire de l'Ontario (Province of Ontario, 1999) que pour les activités à long terme, les limites d'exposition seraient fixées par le centre d'opération provincial. En attendant, une limite intérimaire de dose efficace de 500 mrem est adoptée dans le plan.

Annexe 3 Critères de sélection des dosimètres électroniques personnels (DEP) pour le PMUNE-G2

Réponse en énergie	Sensibilité aux Photons : ±30% de 20keV à 6MeV (Hp(10) et Hp(0,07)) Sensibilité aux Bêta : ±30% de 250keV à 1.5MeV
Résolution de l'affichage de la dose	0.1 mRem
Résolution de l'affichage du débit de dose	0.1 mRem/h pour Hp(10) et 1 mRem/h pour Hp(0.07)
Affichage et stockage de la dose	≥ 100 Rem
Affichage et stockage du débit de dose	≥ 100 Rem/h
Alarmes	2 alarmes de tonalités différentes pour la dose et le débit de dose Programmables Seuil d'alarme < 1 mRem/h
Alimentation électrique	Doit être alimenté par une pile 1,5V standard (Type AA)
Linéarité du débit de dose	Limite de ±10% pour un débit de dose <50Rem/h (Hp(10))
Réponse angulaire	L'isotropie de la mesure en fonction des angles de déviation doit respecter la norme 1283 de la Commission International Électrotechnique.
Unités de mesure	mRem et µSv
Affichage	Numérique
Mémoire	Stockage de la programmation et des données lorsque la pile est retirée
Programmation	Permet de restreindre l'accès des utilisateurs à certaines fonctions comme le changement des paramètres
Lecteur optique	Doit permettre l'utilisation d'un lecteur optique pour le transfert des données à un ordinateur jusqu'à 1 m de distance
Programme informatisé	Doit être associé à un programme informatisé de gestion des données dosimétriques

Annexe 4 : Exemples de cartes d'assignation

ZONE ROUGE

(CARTE D'ASSIGNATION)

1. Enregistrez-vous au PCTU .....

2. Prenez 2 comprimés d'iode (1 fois/jour seulement) avant d'entrer dans la zone ----

   OUI ----- NON -----

3. Faites-vous accompagner d'une escorte

   OUI ----- NON -----

4. Avisez votre supérieur dès que l'alarme sonne et sortez de la zone le plus tôt possible (sans mettre en danger votre sécurité ou celle de vos collègues)

5. Présentez-vous à la vérification de la contamination en sortant de la zone

6. Veuillez vous rapporter à la table d'enregistrement avant de quitter

7. Durée maximale avant sortie de la zone : ----- **heures** ----- **minutes**

MATÉRIEL DE PROTECTION

1. **DOSIMÈTRES**
   - **DTL.....**
   - **DEP.....**
     - Lecture aux ... minutes
     - **Alarmes sur DEP :**
       - Débit de dose... mR/h
       - Dose limite 1,5 REM....
       - Dose limite 5 rem.....

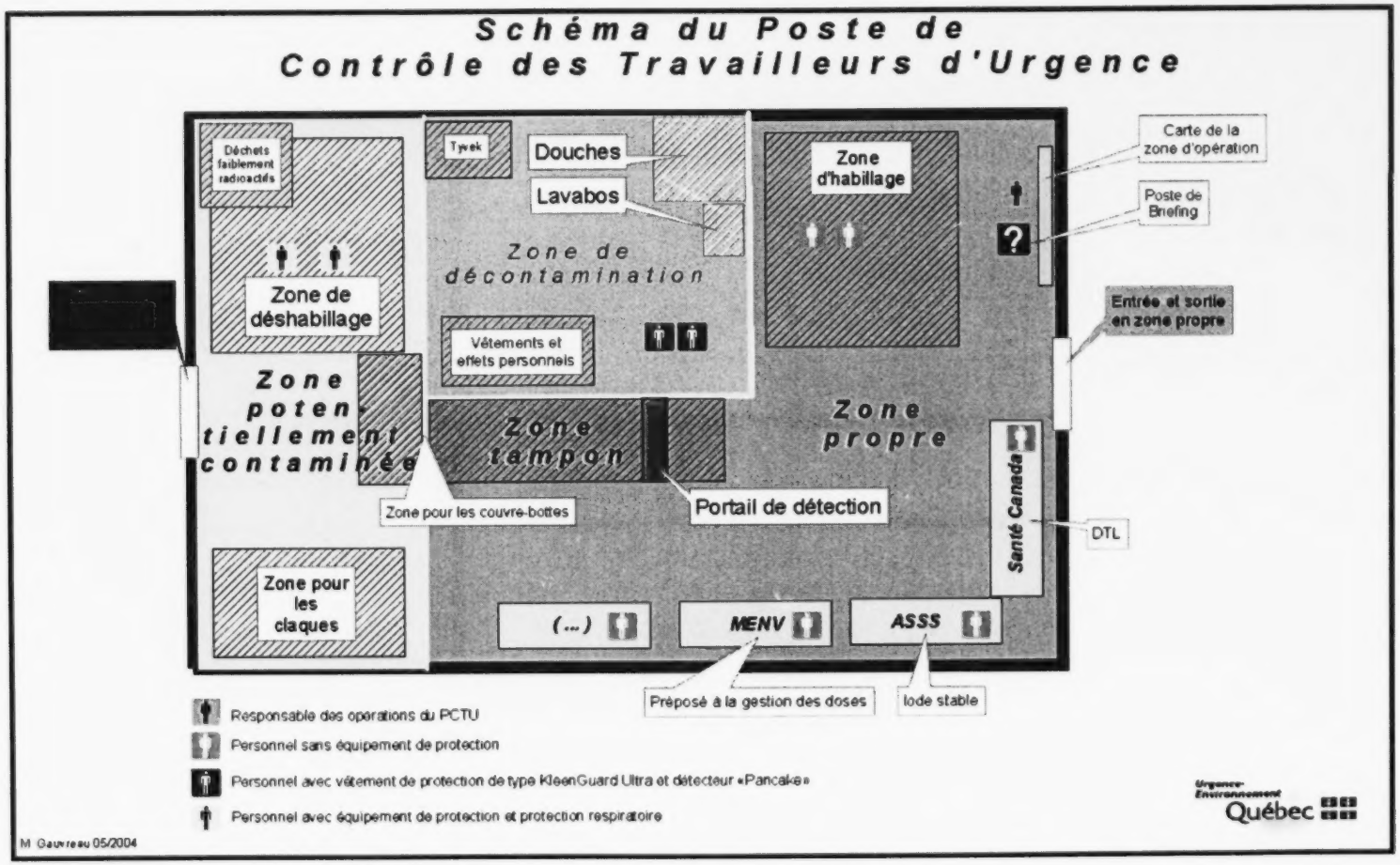
2. **PROTECTION RESPIRATOIRE**
   - **Appareil autonome** -------
   - **Appareil à cartoucle** -------
   - **Masque mucco-nasal** -------

3. **VÊTEMENT**
   - Gants ------
   - Claques ------
   - Couvre-ottes ------
   - Combinaison Nufab ------
   - Combinaison Kleenguard ------
   - Bonnet ------

4. **HEURE DE DÉPART** :.....

5. **HEURE DE SORTIE :** .....

Annexe 5 Exemple d'un poste de contrôle des travailleurs d'urgence)PCTU)



Source : MENV, 2004

Agence
de développement
de réseaux locaux
de services de santé
et de services sociaux

Québec